

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 3 月 7 日 (07.03.2002)

PCT

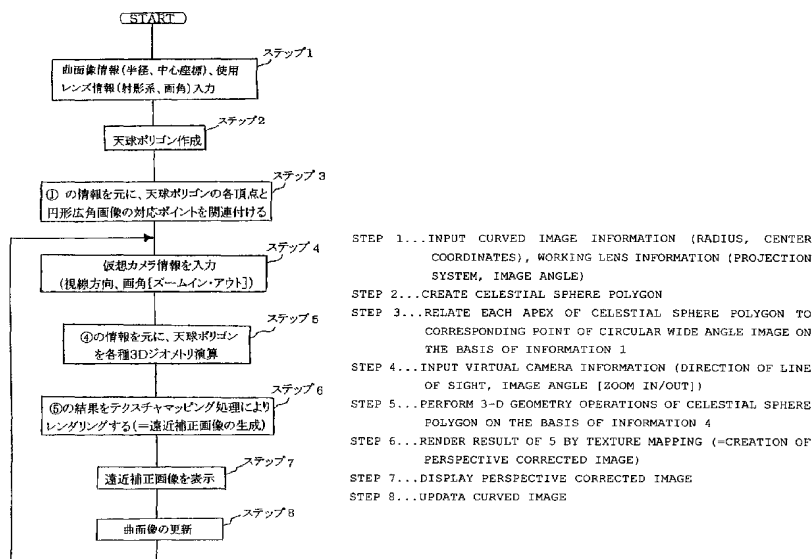
(10) 国際公開番号
WO 02/19270 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 3/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/07428
- (22) 国際出願日: 2001 年 8 月 29 日 (29.08.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-260619 2000 年 8 月 30 日 (30.08.2000) JP
特願 2000-333670
2000 年 10 月 31 日 (31.10.2000) JP
特願2001-243019 2001 年 8 月 9 日 (09.08.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ユーエスシー (USC CO., LIMITED) [JP/JP]; 〒141-8571 東京都品川区大崎1丁目6番4号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 山口哲夫(YAMAGUCHI, Tetsuo); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目17番10号 丸和ビル 2F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AU, BR, CA, CN, IL, IN, KR, RU, US, VN.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 白戸憲光 (SHIRATO, Norimitu) [JP/JP]. 松本英之 (MATSUMOTO, Eiji) [JP/JP].
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CURVED IMAGE CONVERSION METHOD AND RECORD MEDIUM WHERE THIS METHOD FOR CONVERTING CURVED IMAGE IS RECORDED

(54) 発明の名称: 曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体



(57) Abstract: As a curved image conversion method for converting a curved image rapidly into a plane image, the curved image formed by a fisheye lens is converted into a plane image. This curved image conversion method is characterized in that the projection point of a sampling point of the curved image formed by the fisheye lens on a plane is calculated by geometry operation to convert the curved image into a plane image.



(57) 要約:

曲面像を高速に平面像に変換する方法を得る曲面像変換方法として、曲面像を映し出す魚眼レンズに映し出された上記曲面像を平面像に変換するものである。この曲面像変換方法においては、上記魚眼レンズに映し出された曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、上記曲面像を平面像に変換することを特徴とする。

明 細 書

曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体

発明の技術背景

発明の属する技術分野

この発明に係る曲面像変換方法及び曲面像変換方法を記録した記録媒体は、例えば監視装置等に応用されるもので、凸面鏡等の反射鏡や魚眼レンズ等の射影系レンズに映し出された、物体の曲面像を平面像に変換するための方法及び該方法を記録した記録媒体に関する。

従来の技術

近年、コンピュータ関連技術の進歩が著しい。なかでも、コンピュータグラフィックスに関する技術は、コンピュータ自体の高速処理化、大記憶容量化に伴って長足の進歩を遂げている。このような図形処理に係るソフトウェアを用いることにより、例えばコンピュータに取り込んだ図形を拡大・縮小することは勿論、任意に変形させることも可能になっている。コンピュータに取り込んだ図形を変形するには、当該図形をピクセルごとに分解し、これらピクセルごとに複雑な計算を施して所望の変形図形を得るようにしている。

ところが、上述したような図形の変形処理においては、上述したように各ピクセルごとに複雑な計算処理を行う必要があるため、描画等には利用されることはあっても実社会での応用は限られたものであった。例えば、上述のような図形の変形処理を迅速に処理できるようになれば、通常のレンズよりも広い範囲を撮像できる魚眼レンズ等で映し出した映像を平面図形に変換して表示させられる。これにより、例えば少ない撮像回数でより広範囲を監視できる監視システムを築くことが可能になると考えられる。

しかしながら、上述したような図形の変形処理を監視システム等に応用する場合、従来の処理技術では上記複雑な計算をピクセルごとに行う必要があるため、計算量が膨大なものとなり、処理に時間が嵩んでしまう。特に、処理すべき画像

が高画質であったり、更には動画像である場合には、処理が追いつかず、実用に供するのは困難である。このため、実社会への応用が限られたものであった。

上述のような課題に対処すべく、例えば、予め全てのピクセルの参照マップ（視点マップ）を計算しておき、変換処理時に当該マップを参照することで実計算量を減少させることが考えられる。しかしながら、このような技術を採用しても、高画質な画像を用いたインタラクティブな視点移動は現実的ではない。何となれば、上述したように事前に視点マップを計算しておくことが前提であるため、膨大な量の視点マップが必要になってしまうからである。このため、この技術を採用することは現実的ではない。

図形の変換処理に際して計算量を減少させる技術として、日本国特許第3051173号公報、同第3012142号公報には、予め曲面像（円形広角画像）を極座標系から直交座標系へ変換しておき、画像展開時の計算には直交座標系を用いることで実計算量を減らす技術が記載されている。この技術を用いれば、実計算量を減らし、処理速度を向上させることができ、もって高画質でインタラクティブな視点の移動を可能とすることができる。従って、条件さえ満たせば動画像も実現可能であると考えられる。

しかしながら、上記各公報に記載された発明においては、事前に直交座標系へ変換したものを利用して変換処理が実現されるものである。例えば、カメラからリアルタイムに動画像を取り込みながら画像展開するためには、曲面像の動画全フレームに対しリアルタイムに直交座標系変換が必要である。このように、曲面像の全フレームに対しリアルタイムに直交座標系変換を行なうことは、この上記各公報に記載された発明の利点を損ねるものであり、処理速度の面から現実的ではない。このため、やはりリアルタイムに画像を取り込みながら変換することには不適であり、更なる開発が待たれていた。

この発明に係る曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体は、上述したような事情に鑑みて創案されたもので、曲面像を平面像に変形する処理を迅速に行え、もって実社会に応用できる曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体を提供するものである。より具体的に述べれば、事前に何ら前処理を必要としないにも拘らず、曲面像を直接利用して、静止画像はもちろ

ん、高画質な動画像であっても迅速に変換処理可能とし、リアルタイム性のあるインタラクティブな動画像展開をも可能にするものである。

発明の概要

この発明に係る曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体のうち曲面像変換方法は、請求の範囲 1 に記載したように、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法であって、上記映出体に映し出された曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換することを特徴とするものである。

また、請求の範囲 2 に記載した発明は、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法であって、上記映出体の射影特性に基づいて上記曲面像上のサンプリング点を算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換することを特徴とするものである。

具体的には、請求の範囲 3 に記載したように、上記映出体の射影特性に基づいて球面状若しくは平面状のポリゴンモデルを構築し、このポリゴンモデルに対して上記曲面像上の各サンプリング点を、複数の多角形（例えば三角形）に分割した上記ポリゴンモデルの各頂点に対応させ、更にジオメトリ変換によりカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、ラスタライズして上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換するように構成できる。

尚、上記映出体の射影特性としては、請求の範囲 4 に記載したように、該映出体の曲率半径に係るパラメータを含むものとすることができる。また、請求の範囲 5 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の範囲を平面像に変換するようにしたり、請求の範囲 6 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の複数の範囲を同時に平面像に変換するようにしたり、更には、請求の範囲 7 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の範囲を拡大若しくは縮小して平面像に変換するようにすることもできる。

また、上記映出体としては、請求の範囲 8 に記載したように反射鏡若しくは射

影系レンズを採用できる。より具体的には、上記反射鏡としては請求の範囲 9 に記載したように凸面鏡若しくは凹面鏡を採用でき、上記射影系レンズとしては請求の範囲 10 に記載したように魚眼レンズを採用できる。

次に、この発明に係る曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体のうち、曲面像変換方法を記録した記録媒体は、請求の範囲 11 に記載したように、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法を記録した記録媒体であって、上記曲面変換方法は、上記映出体に映し出された曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換するものであることを特徴とするものである。

更に、請求の範囲 12 に記載した発明は、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法を記録した記録媒体であって、上記曲面変換方法は、上記映出体の射影特性に基づいて上記曲面像の上のサンプリング点を算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換ものであることを特徴とするものである。

また、この発明に係る記録媒体として、請求の範囲 13 に記載したように、上記曲面変換方法が、上記映出体の射影特性に基づいて球面状若しくは平面状のポリゴンモデルを構築し、このポリゴンモデルに対して上記曲面像上の各サンプリング点を、複数の多角形（例えば三角形）に分割した上記ポリゴンモデルの各頂点に対応させ、更にジオメトリ変換によりカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、ラスターライズして上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換するものとすることもできる。

更には、上記曲面像変換方法として、請求の範囲 14 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の範囲を平面像に変換するものであったり、請求の範囲 15 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の複数の範囲を同時に平面像に変換するものであったり、請求の範囲 16 に記載したように、上記曲面像のうちの任意の範囲を拡大若しくは縮小して平面像に変換するものであっても良い。

この発明に係る曲面像変換方法及びこの曲面像変換方法を記録した記録媒体は、上述したような構成を備えているため、前述した特許公報に記載された先発明の

ような直交系の変換アルゴリズムとは異なり、事前に何ら前処理を必要とせず、曲面像を直接利用することが可能である。この結果、リアルタイムの動画像展開が可能になる。しかも、展開にいわゆるテクスチャマッピング技法を用いることにより、全体の演算量を減らして処理の高速化を果たしている。

図面の簡単な説明

図 1 は、この発明を適用した実施の一形態例を説明するためのブロック図である。

図 2 (A) は魚眼レンズに映し出された曲面像を、(B) は変換処理プログラムにより変換された平面像を、それぞれ示す図である。

図 3 は、本発明のアルゴリズムを説明するための模式的な説明図である。

図 4 は、極座標への対応点を求める演算を説明するための図である。

図 5 は、射影特性に基づいて構築された本発明に係る球面状のポリゴンモデル例を示す説明図である。

図 6 は、球面展開を説明するための模式的な説明図である。

図 7 は、射影点を求めるための演算を説明するための図である。

図 8 は、ポリゴンモデル例の曲面画像を平面画像に変換した画像を示す説明図である。

図 9 (A) は魚眼レンズに映し出された曲面像を、(B) は変換処理プログラムにより変換された平面像を、それぞれ示す図である。

図 10 は、本形態例の作用を説明するためのフローチャートである。

発明の最良な実施の形態

図 1 及び図 2 は、この発明を監視装置に応用した第一形態例を示している。すなわち、この監視装置は、映出体である魚眼レンズ 1 と、光学フィルタ 2 と、光学レンズ 3 と、CCD カメラからなる CCD 装置 4 と、を備えている。上記魚眼レンズ 1 に映し出された像（曲面像）は、上記光学フィルタ 2 及び光学レンズ 3 を介して CCD 装置 4 に取り込まれる。上記 CCD 装置 4 は、図示しないコンピュータ装置に接続されており、CCD 装置 4 が取り込んだ曲面像は、このコンピ

ュータ装置に送られる。尚、上記曲面像とは、魚眼レンズ1に映し出された像を指す。但し、後述するように、魚眼レンズ1に代えて凸面鏡や凹面鏡、広角レンズを採用した場合には、これら凸面鏡や凹面鏡、広角レンズに映し出された像を指す。

上記コンピュータ装置には、上記CCD装置4に取り込んだ曲面像を平面像に変換する変換処理プログラムが組み込まれている。尚、上記平面像とは、我々の目に映る像を指す。上記コンピュータ装置には図示しないディスプレイ装置が接続されており、このディスプレイ装置により、上記変換処理プログラムによって変換された平面像を表示するようにしている。

上記変換処理プログラムは、この発明の特徴部分をなすもので、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するためのものである。本形態例においては、上記魚眼レンズ1に映し出された物体の曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、上記曲面像を平面像に変換する。すなわち、上記魚眼レンズ1の射影特性を基にして、曲面像上のサンプリング点を算出し、更に球面状のポリゴンモデル（天球状のポリゴン）を構築し、このポリゴンモデルに対して各サンプリング点を複数の三角形に分解した各頂点に対応させ、ジオメトリ演算を用いてカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換する。尚、ポリゴンモデルとは多角形により構成されるものをいうが、本形態例並びに後述する第二形態例においては、三角形ポリゴンを用いた例について説明する。

言い換えれば、三次元空間上に、視線方向と視野角とクリッピング面とバンク角とを考慮した仮想的なカメラを想定し、ポリゴンモデルの原点に置いた上記カメラを介して見渡すと、曲面画像から平面画像に変換された画像を得られる。実際には、上記仮想的なカメラを介して各サンプリング点の二次元画像上への変換先を求め、各サンプリング点の三角形領域をテクスチャマッピングにより隙間なく埋めていく。このため、従来方法のような多数のピクセルごとに複雑な計算を施す必要がなく、高速に変換可能になる。

ところで、本形態例に係る方法によって得られる平面画像は、近似された画像であるが、ポリゴンモデルのポリゴン数を増やしたり、ポリゴンモデルの密度を

工夫したりすることによって実際の画像に近づけることができる。

尚、上述した形態例においては、映出体として射影系レンズである魚眼レンズ 1 を採用しているが、同じく射影系レンズである広角レンズや、反射鏡である凸面鏡、凹面鏡を採用することができる。

上述したように構成される本形態例の作用は次のとおりである。すなわち、上記魚眼レンズ 1 には図 2 (A) に示すような映像（曲面像）が映し出されている。このような像を上記 CCD 装置 4 によって取り込み、この取り込んだ像を上記変換処理プログラムを介して平面像に変換する。上述したとおり、この変換は従来方法に比較して高速に処理される。変換された平面像は、上記ディスプレイ装置によって表示される。図 2 (B) は、ディスプレイ装置に表示された平面像を示している。

上記図 2 の記載から明らかなように、本形態例においては単一の魚眼レンズ 1 及び単一の CCD 装置 4 によって室内のほぼ全域をディスプレイ装置に表示させることが可能になる。したがって、従来の監視装置のように、多数の監視カメラを設置する必要がなくなる。

このように、この発明に係る曲面像変換方法は、曲面像を高速に平面像に変換できるため、上述した監視装置をはじめとして各種装置に応用でき、実用上の効果が大きい。

また、上述したような曲面像変換方法は、フレキシブルディスク (FD) や光磁気ディスク (MO)、更には CD-ROM といった各種記録媒体に記録し、配布等することが可能である。

次に、図 3 乃至図 10 は、この発明を監視装置に応用した第二形態例を示している。本形態例に係る監視装置は、上述した第一形態例と同様、上記図 1 に示すように、映出体である魚眼レンズ 1 と、光学フィルタ 2 と、光学レンズ 3 と、CCD カメラからなる CCD 装置 4 と、を備えている。上記魚眼レンズ 1 に映し出された像（曲面像）は、上記光学フィルタ 2 及び光学レンズ 3 を介して CCD 装置 4 に取り込まれる。上記 CCD 装置 4 は、図示しないコンピュータ装置に接続されており、CCD 装置 4 が取り込んだ曲面像は、このコンピュータ装置に送られる。尚、上記曲面像とは、魚眼レンズ 1 に映し出された像を指す。但し、後述

するように、魚眼レンズ 1 に代えて凸面鏡や凹面鏡、広角レンズを採用した場合には、これら凸面鏡や凹面鏡、広角レンズに映し出された像を指す。

上記コンピュータ装置には、上記 CCD 装置 4 に取り込んだ曲面像を平面像に変換する変換処理プログラムが組み込まれている。上記コンピュータ装置には図示しないディスプレイ装置が接続されており、このディスプレイ装置により、上記変換処理プログラムによって変換された平面像を表示するようにしている。

次に、上記変換処理プログラムについて説明するが、この説明に先立ち、この発明に係る変換処理のアルゴリズムについて簡単に説明しておく。

図 3 に示すように、魚眼レンズ 1 で撮影された曲面像 6 は、魚眼レンズ 1 の周りの三次元空間を二次元の円形画像上へ射影して記録されたものである。三次元空間から二次元の円形画像への射影先は、使用する魚眼レンズ 1 の射影特性によって定まる。射影特性により円形画像の中心から外周への情報量の分布密度の特性が変わり、一般には外側が疎になる傾向がある。

曲面像 6 から平面像への展開（変換処理）は、平面座標から極座標への対応点を求めることによって行われる。図 4 に示すように、曲面像の半径を R 、任意の点を p 、原点から点 p までの長さを r 、外部から与えられるパラメータを θ 、 ϕ とすると、極座標パラメータは以下のようにまとめることができる。

$$p : (r \cdot \cos \phi, r \cdot \sin \phi)$$

$$r = R \cdot f(\theta)$$

$$f(\theta) : \{0 \leq f(\theta) \leq 1\}$$

$$\theta : \{0 \leq \theta \leq 1\}$$

$$\phi : \{0 \leq \phi \leq 2\pi\}$$

ここで、 $f(\theta)$ とは魚眼レンズ 1 の射影特性をあらわす関数である。

この発明に係るアルゴリズムにおいては、図 5 に示すように、複数の三角形から成る天球状のポリゴンモデルを作成し、このポリゴンモデルの各頂点を曲面像上の然るべきサンプリングポイントへレンズの射影特性を考慮しながら正確にマッピングし、仮想的なカメラで天球の中心から天球内を見渡すことにより遠近画像を得るものである。上記三角形内部のピクセル演算は、テクスチャマッピング技法を利用した近似計算で求める。このため、従来における変換作業は描画ピク

セル単位で行われることに基づき、その演算量は複雑で膨大なものであったが、この発明においては、上述した理由により全体の演算量が減り、高速化を可能としている。

また、最近の処理系はテクスチャマッピングをハードウェアでサポートしているのが一般的になってきており、この遠近補正出力は非常に高速に処理される。従来のような直交系の変換アルゴリズムを必要とせず、事前に元画像を直交座標系へ変換しておく必要がない。又、使用するレンズの画角に対応させて天球状のポリゴンモデルの開度 θ を決定することにより、焦点距離などの情報を必要とせずに、任意の画角のレンズに対応することが可能である。

球面展開は三次元空間から曲面像へ射影されてきた光の経路を、今度は逆の経路を辿ることで再び三次元空間を再現しようと試みる展開である。図 6 に示すように、仮想三次元空間へ天球 7 を置き、曲面像から空間へ伸びる光との交点を想定し、曲面像を天球 7 の内側へテクスチャマッピングすることを想定する。

この際、天球 7 の中心点に仮想的なカメラを置き天球内を見渡すと元の三次元空間が再現されて見える。球面展開では仮想空間上の天球 7 内に三次元空間が再現されるので、ユーザーは天球 7 の中心点に置かれた仮想的なカメラを操作することで、自由に好きな方向を見たり映像を拡大或いは縮小したりすることが可能になる。また、仮想的なカメラは何台でも追加が可能なので、1 つの元画像を同時に様々なアングルの遠近出力が可能である。これにより複数のユーザーが能動的に、同時に任意の方向を遠近出力することが可能である。

実際のマッピングは三次元空間から曲面像へ向かう光の経路と同じように、天球状のポリゴンモデルを構成する各頂点の、元画像上への射影によって行われる。その際レンズの射影特性を考慮することで様々な射影特性のレンズへ対応することができる。

天球 7 上のポリゴン頂点から曲面像上のピクセルへの射影点 p を求める為には、パラメータ θ 、 ϕ を与える必要がある。図 7 に示すように、天球の頂点を θ の始点とすれば、三次元空間上のポリゴン頂点座標 s は次の通りに定まる。

$$s : (\theta, \phi)$$

この頂点パラメータ θ 、 ϕ を、上記図 4 の極座標へ代入することで、天球 7 上の

頂点から極座標上の射影先 p が求まる。天球状のポリゴンモデルにテクスチャマッピングされた曲面像は、仮想的なカメラを通してレンダリングされ二次元の遠近補正画像へと展開される。尚、これらパラメータ θ 、 ϕ を、それぞれ平面状のポリゴンの横軸、縦軸にとると、この展開は平面状のポリゴンを利用したパノラマ展開になるのは勿論である。つまり、本発明は遠近補正画像を得るのに直交系変換アルゴリズムを用いないにも拘わらず、遠近補正画像と同時にパノラマ展開画像をも生成することが可能である。

仮想的なカメラを通してのレンダリングには 3D ジオメトリ演算が用いられる。3D ジオメトリ演算表記は処理系により異なるが、例として左手座標系、行（横）ベクトル表記を用いて説明する。一般に 3D ジオメトリ演算は同次四次元座標を用いた各種行列演算により行われ、ポリゴンモデル上の頂点を $[xyz1]$ 、変換後の頂点を $[x'y'z'1]$ とすると、一般的に次のように示すことができる。

$$[x'y'z'1] = [xyz1] * [W] * [V] * [P]$$

尚、上記 $[W]$ はワールド変換行列、上記 $[V]$ はビュー変換行列、上記 $[P]$ は射影変換行列である。上記ワールド変換行列とは、オブジェクト座標系からワールド座標系への変換行列であり、上記ビュー変換行列とは、ワールド座標系からカメラ座標系への変換行列であり、上記射影変換行列とは、カメラ座標系から射影空間（遠近補正後同次空間）への変換行列である。

射影空間へ変換されたポリゴン頂点はその後、一般的に、クリッピング処理、ビューポート変換を経て二次元平面へ変換され、ポリゴンを形成する頂点間領域を補完するようにテクスチャマッピング処理によりレンダリングされて画像が生成される。上記の $[V]$ 、 $[P]$ の部分が仮想的なカメラの機能を提供する。 $[V]$ で任意の視線方向を設定することでカメラのパン、チルト、回転が実現される。又、 $[P]$ により遠近補正が行われ、カメラのズームイン／アウトはここで実現される。これら座標変換は頂点に対する、平行移動(translating)、回転(rotation)、拡大縮小(scaling)、せん断(shear)の 4 つの操作を組み合わせて実現される。

上述したアルゴリズムに基づく上記変換処理プログラムは、この発明の特徴部分をなし、曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するためのもので、図 8 と図 9 とに示すように、魚眼レンズ 1 の射影特性に基づい

て上記曲面像の上のサンプリング点を算出して上記曲面像を平面像に変換するものである。すなわち、上記魚眼レンズ1の曲率半径に係る特性をはじめとする射影特性に基づいて上記曲面像の上のサンプリング点を算出し、更に上記射影特性に基づいて球面状のポリゴンモデルを構築し、このポリゴンモデルに対して上記曲面像上の各サンプリング点を、複数の三角形に分割した上記ポリゴンモデルの各頂点に対応させ、更にジオメトリ変換によりカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、ラスタライズして上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換するものである。尚、上記射影特性は、例えば上述した第一形態例と同様に或いは理工学・数学の各種手法等を用い、手動により若しくは自動的に求めるようにする。この射影特性は、一度求めればよい。

上記魚眼レンズ1の射影特性を基にして、上記ポリゴンモデル上の複数の三角形の頂点をジオメトリ変換することによりカメラ座標系にし、並行投影や透視投影等の各種投影処理を施す。これにより、上記各頂点の平面上への投影先ピクセルを求める。次いで、上述のようにして求められた平面上の三角形領域に対し、対応する曲面像上の三角形のサンプリング領域を適宜に変形し、ラスタライズする。すなわち、平面上の三角形領域の各ピクセルごとに、曲面像上の参照すべき画素を定める。これらの処理は、厳密な計算ではなく、近似計算であるため、処理速度を向上させることができる。

換言すれば、三次元空間上に、視線方向と視野角とクリッピング面とバンク角とを考慮した仮想的なカメラを想定し、ポリゴンモデルの原点に置いた上記カメラを介して見渡すと、曲面画像から平面画像に変換された画像を得られる。実際には、上記仮想的なカメラを介して各サンプリング点の二次元画像上への変換先を求め、各サンプリング点の三角形領域をテクスチャマッピングにより隙間なく埋めていく。このため、従来方法のような多数のピクセルごとに複雑な計算を施す必要がなく、高速に変換可能になる。

ところで、本形態例に係る方法によって得られる平面画像は、近似された画像であるが、上述した第一形態例と同様、ポリゴンモデルのポリゴン数を増やしたり、ポリゴンモデルの密度を工夫したりすることによって実際の画像に近づけることができる。

尚、上述した形態例においては、映出体として射影系レンズである魚眼レンズ 1 を採用しているが、同じく反射鏡である凸面鏡や凹面鏡、射影系レンズである広角レンズを採用することができる。

上述したように構成される本形態例の作用は次のとおりである。すなわち、図 10 に示すように、先ず曲面像情報（半径、中心座標）、使用レンズ情報（射影系、画角）を入力する（ステップ 1）。次いで、ステップ 2 に進み、天球状のポリゴンを作成する。更に、ステップ 3 に進み、上記ステップ 1 で入力した情報を元に、天球状のポリゴンの各頂点と曲面像の対応ポイントを関連付ける。尚、上記天球状のポリゴンは、三角形ポリゴンから成るので、当該処理は結果的に曲面像を三角形領域へ対応付けるのと同じ意味を持つ。更に、ステップ 4 に進み、仮想カメラ情報（視線方向、画角（ズームイン・ズームアウト））を入力する。次いで、ステップ 5 に進み、上記ステップ 4 で入力した情報を元に、天球状のポリゴンを、各種 3D ジオメトリ演算する。尚、この 3D ジオメトリ演算は、ワールド変換、ビュー変換、射影変換、クリッピング処理、ビューポート変換、を含む。更に、ステップ 6 に進み、上記ステップ 5 における結果をテクスチャマッピング処理によりレンダリングする。これにより、遠近補正画像が生成される。このテクスチャマッピング処理は三角形単位で行われ、この部分が処理を簡略化し高速化する部分である。次いで、ステップ 7 に進み、遠近補正画像を表示する。最後に、ステップ 8 として、曲面像を更新し、ステップ 4 に戻る。以下、上記ステップ 4 からステップ 8 を必要回数繰り返す。

上述したような処理により、魚眼レンズ 1 に映し出されている、図 9（A）に示すような映像（曲面像）を上記 CCD 装置 4 によって取り込み、この取り込んだ像を上記変換処理プログラムを介して平面像に変換する。尚、このような平面像への変換は、所定角度（例えば 90 度）ごとに行なうことで、コンピュータ装置の負担を軽減させることができる。上述したとおり、この変換は従来方法に比較して高速に処理される。変換された平面像は、上記ディスプレイ装置によって表示される。図 9（B）は、ディスプレイ装置に表示された平面像を示している。

上記図 9 の記載から明らかなように、本形態例においては単一の魚眼レンズ 1 及び単一の CCD 装置 4 によって室内のほぼ全域をディスプレイ装置に表示させ

ることが可能になる。従って、従来の監視装置のように、多数の監視カメラを設置する必要がなくなる。

このように、この発明に係る曲面像変換方法は、曲面像を高速に平面像に変換できるため、上述した監視装置をはじめとして各種装置に応用でき、実用上の効果が大きい。

また、上述したような曲面像変換方法は、フレキシブルディスク（FD）や光磁気ディスク（MO）、更にはCD-ROMといった各種記録媒体に記録し、配布等することが可能である。

尚、遠近補正出力には膨大な計算が必要である。このため、前述した特許公報に記載の発明においては、使用するデーター構造を工夫することで後の計算を簡略化し、遠近補正を実用化している。すなわち、前もって元の画像を目的のデーター構造へ変換しておく。この結果、上記特許公報に記載の発明においては、このデーター構造変換に時間が嵩み、変換処理すべき画像が動画像である場合には、そのリアルタイム性（リアルタイムに画像を取り込みながらの変換処理を言う。）が失われてしまうことになり、更には高画質になるにしたがって実現が難しくなる。従って、上記特許公報に記載の発明においては、その利用は、予め撮影された画像（静止画像並びに動画像）に有効なものである。言い換えれば、上記特許公報に記載の発明においては、リアルタイム性のあるインタラクティブで高画質な動画像は現実的なものではない。

より詳細に説明すると、上記特許公報に記載の発明においては、直交系の変換アルゴリズムとデーター構造を用いることで後の計算を簡略化し、高画質でインタラクティブな視点移動を実現しているが、直交系の変換アルゴリズムを使用するために、前もって曲面像を直交座標系へと変換しておかなければならない。このため、動画像の各フレームに対して随時データー構造変換をするのはコストが嵩み過ぎ、リアルタイム性のある高画質でインタラクティブな動画像は実現が難しいものであった。

これに対し、上述した形態例の構造の場合、曲面像をそのまま利用でき、しかも、計算速度を向上させるために三角形テクスチャポリゴンを変換単位として扱うようにしている。この結果、ポリゴンモデルとテクスチャとの関連付けが必要

なのは最初の一回だけとなり、上記特許公報に記載の発明では実現困難であったリアルタイム性のあるインタラクティブで高画質な動画像を実現している。尚、上記ポリゴンモデルの精度を変更することで、生成画像品質と処理系への負担とを調整することができる。

この発明の奏する効果を更に詳細に述べる。前述した特許公報に記載の発明においては、直交系の変換アルゴリズム（パノラマ展開画像）を使用して、該当する半球状画像領域の修正画像への直接的マッピングをもたらすものである。この方式は、極座標系から直交座標系へ前もって座標系変換をしておくことで（パノラマ展開）後の計算を簡略化し、遠近出力変換を高速化する。しかしながら、事前にパノラマ展開をしておく必要があるので、カメラから画像をキャプチャーしながらリアルタイムに遠近出力する等の用途には向かないものであった。

これに対し、本発明においては、仮想的な三次元空間において、半球状画像領域上の各サンプリングポイントを天球状のポリゴンモデルの各頂点へ直接対応させた後、仮想的なカメラを通して天球内を見上げることで遠近出力を得ている。このため、上記各特許公報に記載された発明のように直交系の変換アルゴリズムを必要としない。従って、事前にパノラマ展開等の前処理を必要とせず、半球状画像領域を直接利用することが可能である。静止画だけではなく、カメラから画像をキャプチャーしながらリアルタイムに遠近出力する用途にも向いている。更に、種々の射影方式の各種魚眼レンズにも対応しており、応用範囲が広い。また、使用するレンズの画角に対応させて天球の開度を決定することにより、焦点距離などの情報を要せず、任意の画角のレンズに対応することが可能である。

産業上の利用可能性

この発明は上述のように構成され作用するため、曲面像を高速に平面像に変換できるため、上述した監視装置をはじめとして各種装置に応用でき、実用上の効果が大きい。

請求の範囲

1. 曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法であって、上記映出体に映し出された曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換することを特徴とする曲面像変換方法。
2. 曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法であって、上記映出体の射影特性に基づいて上記曲面像上のサンプリング点を算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換することを特徴とする曲面像変換方法。
3. 前記映出体の射影特性に基づいて球面状若しくは平面状のポリゴンモデルを構築し、このポリゴンモデルに対して前記曲面像上の各サンプリング点を、複数の多角形に分割した上記ポリゴンモデルの各頂点に対応させ、更にジオメトリ変換によりカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、ラスタライズして上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換することを特徴とする請求の範囲 2 に記載の曲面像変換方法。
4. 前記映出体の射影特性が、該映出体の曲率半径に係るパラメータを含むことを特徴とする請求の範囲 2 または請求の範囲 3 に記載の曲面像変換方法。
5. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 4 のいずれかに記載の曲面像変換方法において、前記曲面像のうちの任意の範囲を平面像に変換することを特徴とする曲面像変換方法。
6. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 4 のいずれかに記載の曲面像変換方法において、前記曲面像のうちの任意の複数の範囲を同時に平面像に変換することを特徴とする曲面像変換方法。
7. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 6 のいずれかに記載の曲面像変換方法において、前記曲面像のうちの任意の範囲を拡大若しくは縮小して平面像に変換することを特徴とする曲面像変換方法。
8. 前記映出体が射影系レンズ若しくは反射鏡であることを特徴とする請求の範囲 1 乃至請求の範囲 7 のいずれかに記載の曲面像変換方法。
9. 前記反射鏡が、凸面鏡若しくは凹面鏡であることを特徴とする請求の範囲 8

に記載の曲面像変換方法。

10．前記射影系レンズが魚眼レンズ若しくは広角レンズであることを特徴とする請求の範囲8に記載の曲面像変換方法。

11．曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法を記録した記録媒体であって、上記曲面変換方法は、上記映出体に映し出された曲面像のサンプリング点の平面上への射影点をジオメトリ演算により算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換するものであることを特徴とする曲面像変換方法を記録した記録媒体。

12．曲面像を映し出す映出体に映し出された上記曲面像を平面像に変換するための曲面像変換方法を記録した記録媒体であって、上記曲面変換方法は、上記映出体の射影特性に基づいて上記曲面像の上のサンプリング点を算出し、直交系変換アルゴリズムを用いることなく上記曲面像を平面像に変換ものであることを特徴とする曲面像変換方法を記録した記録媒体。

13．前記曲面像変換方法が、前記映出体の射影特性に基づいて球面状若しくは平面状のポリゴンモデルを構築し、このポリゴンモデルに対して前記曲面像上の各サンプリング点を、複数の多角形に分割した上記ポリゴンモデルの各頂点に対応させ、更にジオメトリ変換によりカメラ視野系に変換した後に各種投影変換を施し、ラスターライズして上記映出体に映し出された曲面像を平面像に変換するものであることを特徴とする請求の範囲12に記載の曲面像変換方法を記録した記録媒体。

14．前記曲面像変換方法が、前記曲面像のうちの任意の範囲を平面像に変換するものであることを特徴とする請求の範囲11乃至請求の範囲13のいずれかに記載の曲面像変換方法を記録した記録媒体。

15．前記曲面像変換方法が、前記曲面像のうちの任意の複数の範囲を同時に平面像に変換するものであることを特徴とする請求の範囲11乃至請求の範囲13のいずれかに記載の曲面像変換方法を記録した記録媒体。

16．前記曲面像変換方法が、前記曲面像のうちの任意の範囲を拡大若しくは縮小して平面像に変換するものであることを特徴とする請求の範囲11乃至請求の範囲15のいずれかに記載の曲面像変換方法を記録した記録媒体。

FIG. 1

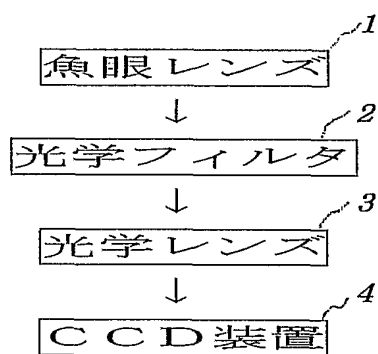
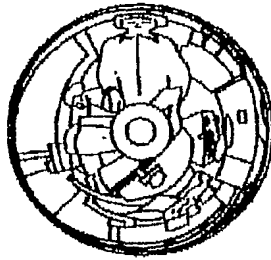


FIG. 2

(A)



(B)

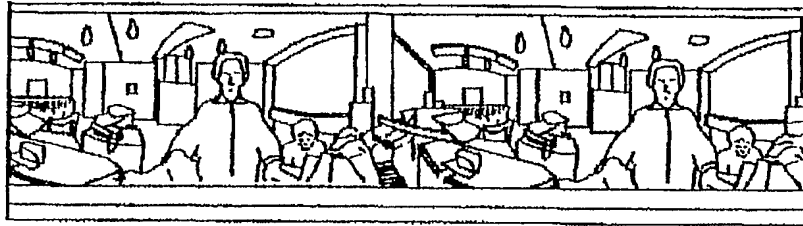


FIG. 3

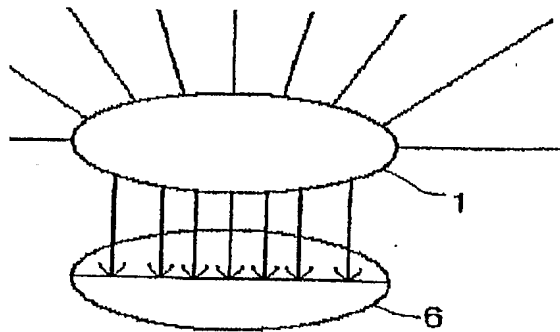


FIG. 4

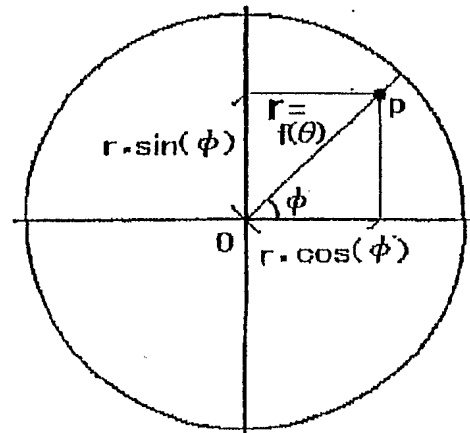


FIG. 5

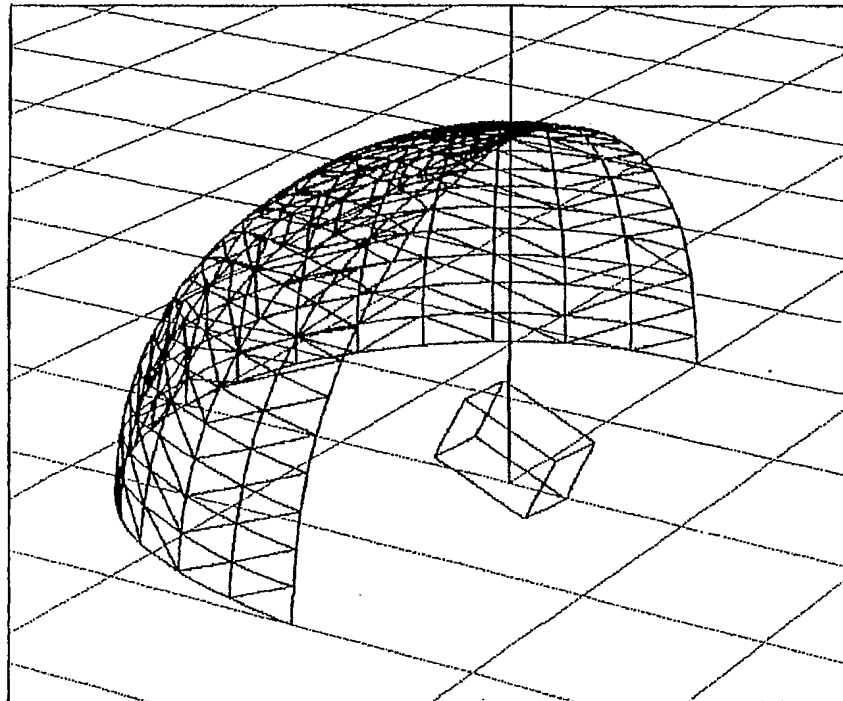


FIG. 6

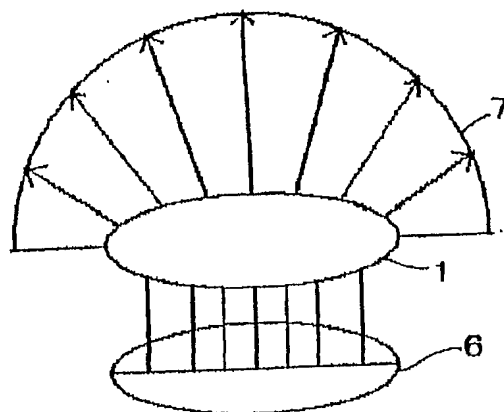


FIG. 7

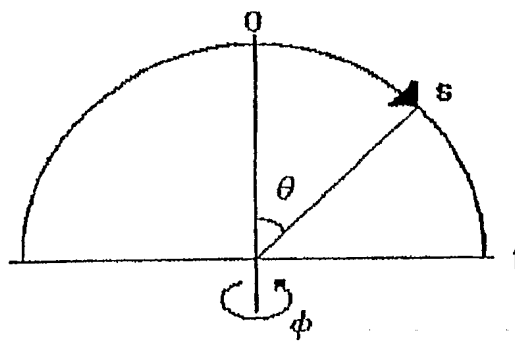
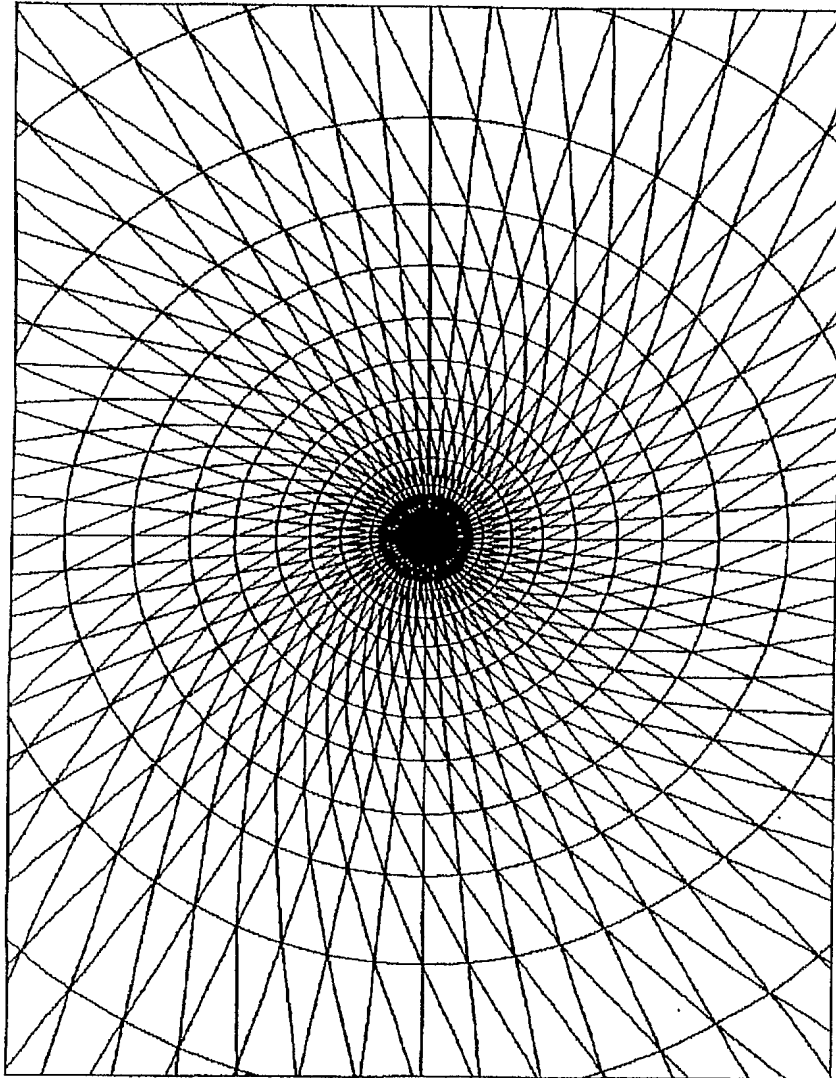
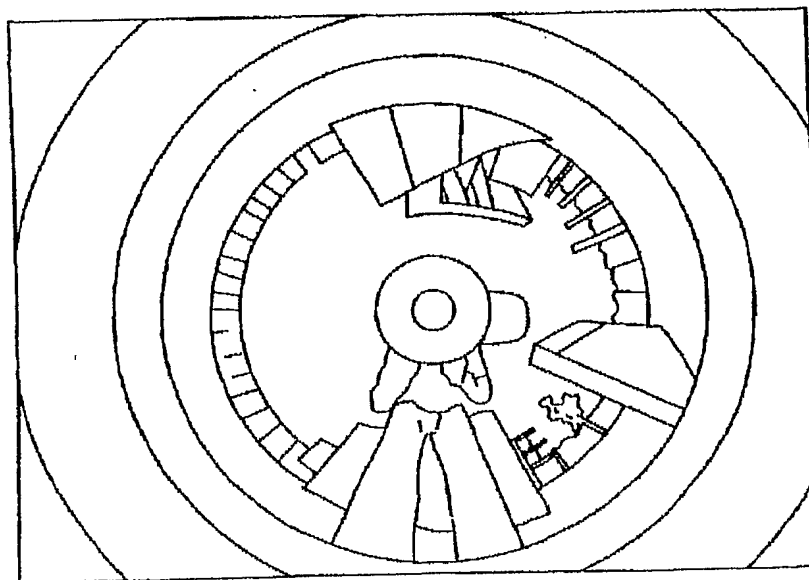


FIG. 8



F I G . 9

(A)



(B)

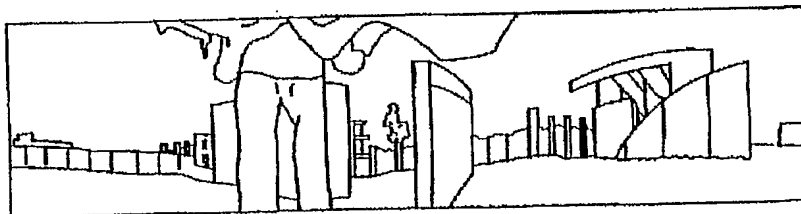
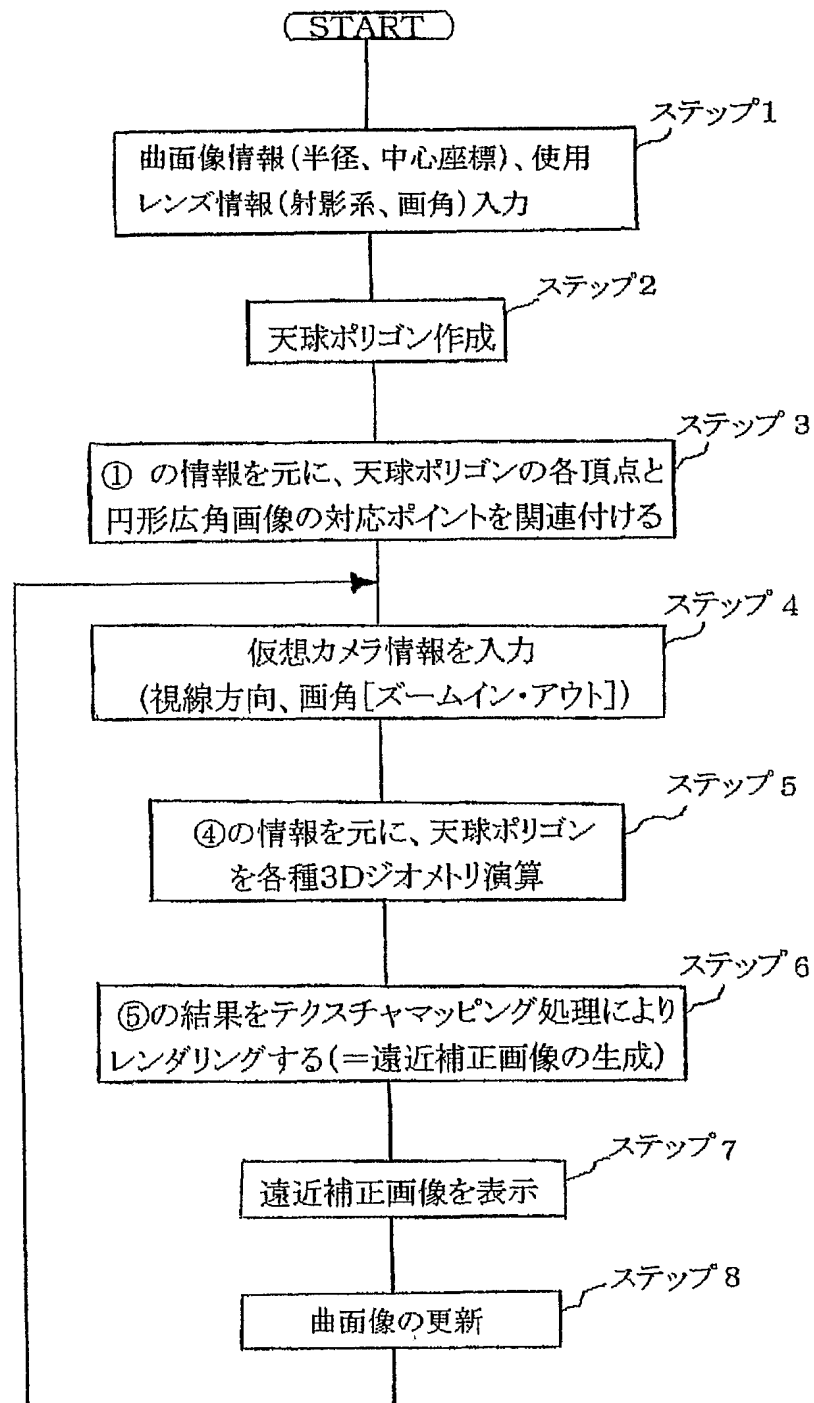


FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/07428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G06T3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G06T1/00-17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 92/21208 A1 (Teleroobotics International, Inc.), 26 November, 1992 (26.11.92), Full text; all drawings	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10-12, 14, 16
Y	Full text; all drawings	6, 9, 15
A	Full text; all drawings & US 5185667 A & JP 7-93526 A & EP 0610863 A1	3, 13
Y	Eizo Joho, Vol.30, No.3, (Japan), Sangyo Kaihatsu Kiko K.K., 01 February, 1998, pages 40 to 43	6, 15
Y	JP 2000-128031 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 May, 2000 (09.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 September, 2001 (28.09.01)


Date of mailing of the international search report
09 October, 2001 (09.10.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G06T3/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G06T1/00-17/50		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 92/21208 A1 (TELEBOTICS INTERNATIONAL, INC) 26. 11月. 1992 (26. 11. 92) 全文, 全図	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10-12, 14, 16
Y	全文, 全図	6, 9, 15
A	全文, 全図 & US 5185667 A & JP 7-93526 A & EP 0610863 A1	3, 13
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	28. 09. 01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 手島 聖治  5H 9853 電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	映像情報 第30巻 第3号 (日) 産業開発機構株式会社 (01, 02, 98) 第40-43頁	6, 15
Y	JP 2000-128031 A (住友電気工業株式会社) 9. 5月. 2000 (09. 05. 00) 全文, 全図 (ファミリーなし)	9